

КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ЦИРКУЛЕЙ

Е. И. ТОРОПЫГИН

(Представлено проф. докт. техн. наук П. М. Алабужевым)

Графические работы, выполняемые на авиационных, автомобильных и кораблестроительных заводах, часто сопровождаются вычерчиванием эллиптических кривых. Аксонометрические чертежи машиностроительных заводов в большинстве своем требуют вычерчивания также эллиптических кривых. Естественно, что значительную роль приобретают в этом случае эллиптические циркули.

Большинство существующих приборов этого типа [1, 2, 3] имеют серьезные недостатки и в ряде случаев не отвечают своему прямому назначению [5].

Целью настоящей работы является ознакомление читателя с конструкциями эллиптических циркулей, разработанных автором.

Первая конструкция

Действие прибора (фиг. 1) основано на параллельном проектировании наклонных круглых дисков 6 на плоскость чертежа. Угол наклона дисков регулируется с помощью тяг 7 и муфты 8, скользящей по неподвижной ножке циркуля 4 и закрепляемой винтом 9.

Вертикальный стержень 5, жестко соединенный с двумя скользящими втулками 1, совершает параллельные движения, так как движется по параллельным направляющим 3. При этом стержень 5 непрерывно прижимается к периферии наклонных дисков пружинами 2 и в перпендикулярном сечении к ножке 4 описывает эллиптическую кривую. Отношение осей эллипса регулируется углом наклона дисков.

Направляющие 3, жестко соединенные между собой рамкой 10, вместе со стержнем 5, движутся вокруг неподвижных дисков 6.

Точка e , находящаяся на продолжении оси стержня 5, также, как и сам стержень 5, описывает эллипс. Этой точкой заканчивается первая часть прибора, предназначенная для воспроизводства эллипса.

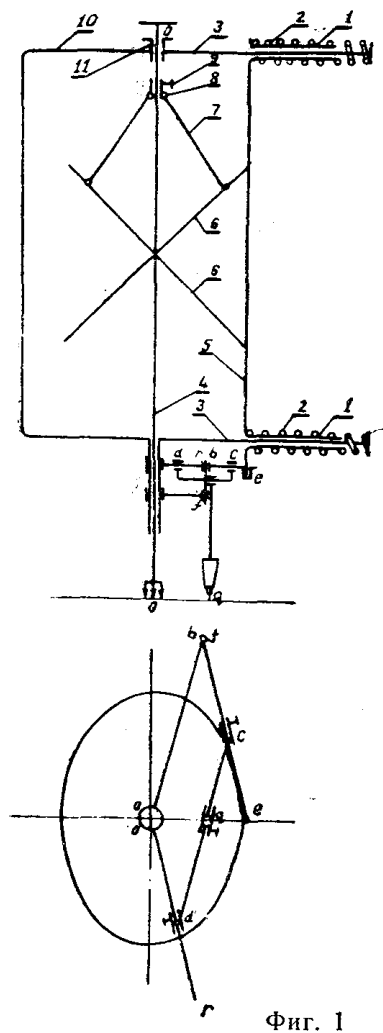
Вторая часть прибора представляет собой шарнирный параллелограмм $obcd$, служащий для изменения величины эллипса, воспроизведенного первой частью.

Рассмотрим работу этого шарнирного параллелограмма. Для этого вынесем его отдельно (фиг. 2).

Точки o , q и e расположены на одной прямой, точка o — неподвижный полюс, точка e — точка, описывающая эллипс, точка q — пишущий элемент.

При перемещении точки e в точку e_1 точка o не меняет своего положения; расстояния ob , bc , cd , be , ce , cq и qd остаются постоянными, а поэтому для получения точки b_1 , из точки o радиусом ob проводим одну дугу, а из точки e_1 радиусом be — вторую дугу. Пересечение этих дуг

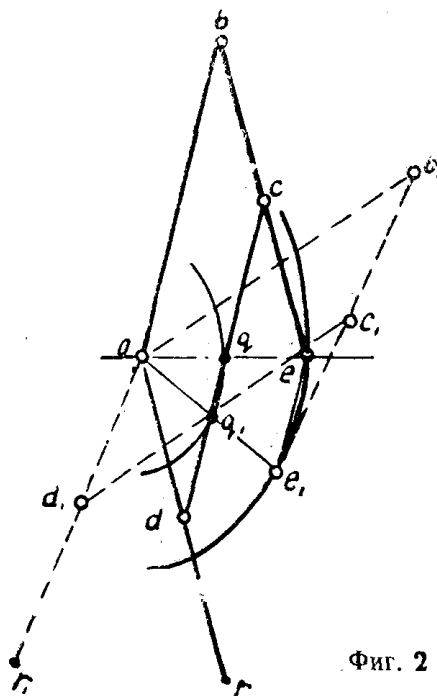
даст точку b_1 — новое положение шарнира b . Отложив по линии b_1e_1 длину bc , получим точку c_1 — новое положение шарнира c . Проведя из точек c_1 и o параллели к прямым ob_1 и b_1e_1 , получим новое положение шарнира d — точку d_1 . Для определения нового положения точки q — на линии c_1d_1 от точки c_1 отложим длину cq .



Фиг. 1

Вследствие параллельности рычагов ob и dc , треугольники obe и qce подобны, а поэтому:

$$\frac{ob}{qc} = \frac{be}{ce} = \frac{oe}{qe}. \quad (1)$$



Фиг. 2

Произведя соответствующую замену, получим:

$$\frac{ob_1}{q_1c_1} = \frac{b_1e_1}{c_1e_1} = \frac{oe}{qe}. \quad (2)$$

Учитывая, что при работе параллелограмма всегда соблюдается условие параллельности его противоположных сторон, получаем: $\Delta ob_1e_1 \sim \Delta q_1c_1e_1$. Значит стороны oe_1 и q_1e_1 составляют одну прямую.

На основании этого и (2) можно написать пропорцию

$$\frac{oe}{qe} = \frac{oe_1}{q_1e_1}. \quad (3)$$

Далее из фиг. 2 видно, что треугольники oee_1 и oqq_1 имеют по общему углу, заключенному между пропорциональными сторонами, а поэтому они подобны. Из подобия их следует, что

$$ee_1 // qq_1 \text{ и } \frac{ee_1}{qq_1} = \frac{oe}{oq}.$$

При бесконечно малой величине прямой ee_1 она совпадает с кривой, в которую проектируется некоторый участок наклонных дисков, а прямая qq_1 — с кривой, которая получается последующим изменением величины первой кривой. Следовательно, вторая часть прибора выполняет эллипсы, подобные первой части и с тем же отношением осей, которое дают наклонные диски, т. е. прибор работает без искажения кривой.

Параллелограмм, выполненный на фиг. 1 и 2 соответствует уменьшению эллипса воспроизведенного 1-й частью прибора. Если точки e и q поменять местами, то прибор даст увеличение эллипса.

Пользование прибором заключается в том, что вначале ставят наклонные диски в положение, соответствующее нужному отношению осей. Для этого муфту 8 (фиг. 1) устанавливают против соответствующего деления, нанесенного на неподвижной ножке 4 и закрепляют винтом 9. Далее, ползунки при точках c , q и d устанавливают против делений, нанесенных на рычагах be , cd и or , соответствующих нужной величине эллипса и закрепляются винтами.

Вторая конструкция

Вторая конструкция (фиг. 3) отличается от первой оформлением второй части прибора в сторону ее упрощения. Здесь система шарнирных рычагов второй части выполнена с обязательным соблюдением следующих условий:

- 1) $ce = oc$,

- 2) $od = dq$,

- 3) точки c , o , d и q , o , e , соответственно, лежат на одной прямой.

Точка e , относительно неподвижной части прибора (центральной ножки с наклонными дисками и 2 боковых ножек 4) описывает эллиптическую кривую, а относительно подвижной части прибора движется прямолинейно, параллельно направляющим 2. Рычаг dc , получив движение от точки e , вращается вокруг точки o и передает вращение на шарнир d (фиг. 4). Шарнир d передает движение на ползун q , который несет на себе пишущий элемент. Точка q перемещается по эллиптической кривой. Последнее положение доказывается следующим образом.

В связи с принятыми выше условиями (1—3) треугольники oce и odq оказываются подобными. Следовательно:

$$\frac{oc}{od} = \frac{ce}{dq} = \frac{oe}{oq}. \quad (4)$$

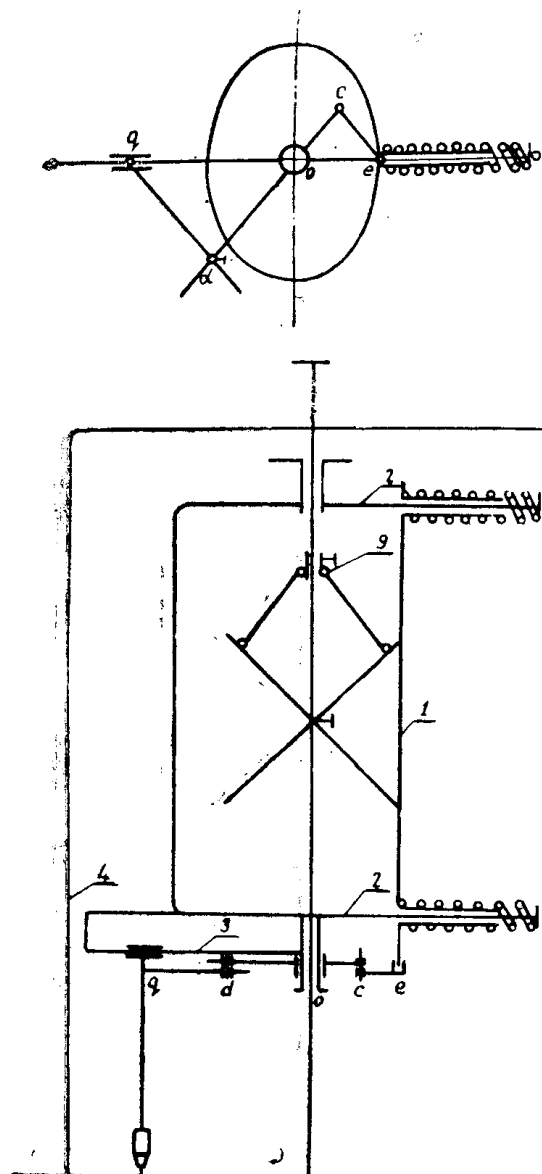
При перемещении точки e в точку e_1 треугольники oc_1e_1 и od_1q_1 также будут подобными, а поэтому:

$$\frac{oc_1}{od_1} = \frac{c_1e_1}{d_1q_1} = \frac{oe_1}{oq_1}. \quad (5)$$

Так как длины oc , od , ce , dq во время работы прибора остаются постоянными, то заменяя oc_1 на oc и od_1 на od из (4) и (5) получим:

$$\frac{oe}{oq} = \frac{oe_1}{oq_1}.$$

Значит точка q описывает эллипс, подобный эллипсу, который описывает точка e , то-есть с тем же отношением осей и без искажения. Изменение величины эллипса будет определяться отношением рычагов $\frac{od}{oc}$.

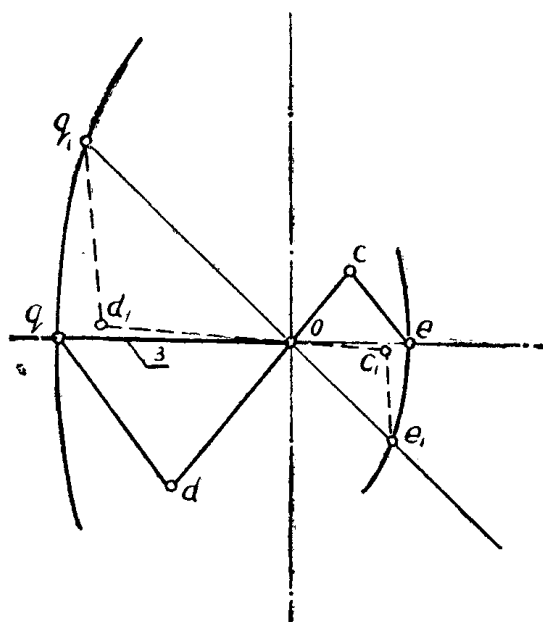


Фиг. 3

Упрощение конструкции 2 по сравнению с конструкцией 1 заключается в том, что в этой конструкции размер эллипса устанавливается в одной точке d вместо 3 точек первой конструкции. Рычаги od и dq должны быть снабжены соответствующими делениями, показывающими размер эллипсов.

Из опыта работы первой конструкции выявлена необходимость в установке двух дополнительных боковых ножек для обеспечения устойчивости прибора.

Таким образом, предлагаемые автором конструкции эллиптических



Фиг. 4

циркулей обеспечивают получение эллипса без искажения.

Разработанные конструкции могут получить применение для вычерчивания эллипсов при аксонометрическом проектировании, где часто требуется вычерчивание большого количества эллипсов с одним и тем же отношением осей различных размеров. При этом муфта 9 (фиг. 1 и 3) остается на месте и вся регулировка приборов производится либо тремя винтами шарнирного параллелограмма в первой конструкции, либо одним винтом системы шарнирных рычагов во второй конструкции. Кроме того, приборы могут быть использованы в любом случае, где требуется получение точной кривой эллипса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Robert Kahlert in Lauf b. Nürnberg Zirkel zum Zeichnen von Ellipsen und ähnlichen Kurven Patentiert im Deutschen Reiche N° 483720 vom 7 März 1928 ab.
 2. Николаенко П. П. Эллипсограф. Советский патент № 9695 по классу 42А, 12 от 29 марта 1928.
 3. Cornelius Ott in Stuttgart — Hofen. Gerät zum Zeichnen von Ellipsen; Patentiert im Deutschen Reiche N° 603712 vom 8 Juni 1933 ab.
 4. Майер Цур Капеллен В. Математические инструменты, Москва. Издательство иностранной литературы, 1950.
 5. Торопыгин Е. И. Исследование эллиптических циркулей. Статья, помещенная в настоящем сборнике, стр. 366.
-